ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1906 г. ТОМЪ 7 № 6.

Памяти А. С. Попова.

О. Э. Страусъ.

Въ послѣдній день прошлаго года скончался видный русскій дѣятель какъ въ области теоретической науки, такъ и въ области примѣненія ея на практикѣ; 31-го декабря 1905 г. въ Петербургѣ окончилъ свое земное существованіе отъ кровоизліянія въ мозгъ Александръ Степановичъ Поповъ.

Родился онъ въ 1859 году на Уралѣ, на Богословскомъ заводѣ, гдѣ отецъ его занималъ должность протоіерея. По окончаніи Духовной Семинаріи въ Перми А. С. Поповъ въ 1877 г. поступилъ въ С.-Петербургскій университетъ на математическій факультетъ. Въ то время факультетъ этотъ блисталъ такими звѣздами первой величины, какъ проф. Чебышевъ, Савичъ, Менделѣевъ, Коркинъ, Петрушевскій, Бобылевъ. Кромѣ этихъ столповъ науки, начали восходить и болѣе молодыя силы въ лицѣ Боргмана, Хвольсона, Егорова, Гезехуса, Лермантова и др. Дружная работа этихъ плеядъ способствовала тому, что студенты того времени любили изучаемую ими науку и по окончаніи своихъ обычныхъ занятій сходились по вечерамъ періодически въ физическій кабинетъ университета для чтенія докладовъ и рефератовъ по самымъ разнообразнымъ научнымъ вопросамъ. На этихъ студенческихъ собраніяхъ выступалъ неоднократно и студентъ А. С. Поповъ. Въ 1881 году въ Петербургѣ, въ залахъ Солянаго Городка открылась электротехническая выставка; понадобились толковые объяснители; и вотъ профессора университета рекомендуютъ студента 4-го курса

А. С. Попова, какъ человѣка, вполнѣ освоившагося съ основами, молодой тогда еще, электротехнической науки.

Два года спустя, мы видимъ Александра Степановича уже въ качествѣ ассистента по гальванизму въ Кронштадтскихъ Минныхъ офицерскихъ классахъ. Въ этомъ же году онъ печатаетъ первое свое научное изслѣдованіе „Условія найвыгоднѣйшаго дѣйствія динамо-машинъ". Слѣдующіе три, четыре года онъ читаетъ офицерамъ курсъ электричества, а въ свободные каникулярные мѣсяцы ѣздитъ въ Нижній-Новгородъ, гдѣ и слѣдитъ за городской электрической станціей, освѣщающей Нижній городъ лишь во время ярмарокъ, которую вслѣдствіе ежегоднаго затопленія этой низменной части города ему приходилось монтирововать каждый разъ наново.

Въ 1887 году Александръ Степановичъ Поповъ былъ приглашенъ участвовать въ экспедиціи Русскаго Физико-Химическаго Общества для наблюденія осенью въ г. Красноярскѣ полнаго солнечнаго затменія. Во время подготовительныхъ работъ къ этой экспедиціи мнѣ, какъ члену этой же экспедиціи, въ с. Подсолнечной удалось ближе сойтись съ этимъ тогда еще молодымъ человѣкомъ. По наружности невзрачный, онъ тѣмъ не менѣе своимъ спокойнымъ нравомъ, скромностью, усидчивостью и находчивостью невольно возбуждалъ всеобщія симпатіи всѣхъ своихъ сотоварищей. И дѣйствительно, А. С. Поповъ многимъ содѣйствовалъ полученію блестящихъ результатовъ, добытыхъ Красноярскою экспедиціей. Чудные фотографическіе снимки привезъ оттуда нынѣ покойный уже Н. Н. Хамантовъ; но и А. С. Поповъ въ моментъ полнаго затменія фотографировалъ корону помощью обыкновенной фотографической камеры и получилъ хорошіе результаты.

Въ Минномъ офицерскомъ классѣ въ Кронштадтѣ, гдѣ, кромѣ лекцій по электротехникѣ, онъ сталъ читать Практическій курсъ физики, онъ былъ любимцемъ своихъ слушателей. Его любили за его основательное знаніе, за умѣніе руководить практическими работами и за простоту его обращенія съ г.г. офицерами. Въ Кронштадтѣ А. С. Попову пришлось совершенно реорганизовать и обновить курсовую программу читаемыхъ имъ предметовъ, ибо до него читалъ электротехнику г.г. офицерамъ заслуженный и престарѣлый профессоръ Ѳ. Ѳ. Петрушевскій,

не успѣвавшій уже слѣдить за быстрыми шагами нарождавшейся въ то время электротехники.

Слѣдя за научной литературой, Александръ Степановичъ увлекается изслѣдованіями Герца, провѣряетъ открытіе Бранли, касающееся свойства порошковъ увеличивать проводимость подъ дѣйствіемъ колебательнаго разряда и начинаетъ въ этой области производить самостоятельные опыты. 25-го апрѣля 1895 г. онъ читаетъ докладъ въ засѣданіи Физико-Химическаго Общества на тему „Объ отношеніи металлическихъ порошковъ къ электрическимъ колебаніямъ". Онъ тутъ же показываетъ построенный имъ приборъ, съ помощью котораго онъ могъ улавливать и отмѣчать электрическіе разряды, происходящіе на далекомъ разстояніи отъ мѣста нахожденія наблюдателя. Приборъ этотъ, названный имъ „грозоотмѣтчикомъ", составленъ изъ двухъ существенныхъ частей: когерера и реле, т. е. другими словами представляетъ изъ себя ничто иное, какъ пріемный аппаратъ безпроволочнаго телеграфа. Помню, какъ докладъ его, подтвержденный тутъ же разительнымъ опытомъ, вызвалъ всеобщее одобреніе аудиторіи; помню тотъ громъ аплодисментовъ, которымъ наградили слушатели молодого, геніальнаго изобрѣтателя.

Въ статьѣ, появившейся вслѣдъ за симъ, А. С. Поповъ категорически утверждаетъ, что приборомъ своимъ онъ рѣшилъ задачу о передачѣ сигналовъ безъ проводовъ на большія разстоянія, и что для примѣненія его на практикѣ потребуются лишь нѣкоторыя техническія усовершенствованія. Описаніе усовершенствованнаго уже прибора было напечатано въ январскомъ номерѣ журнала Физ.-Хим. Общ. за 1896 годъ подъ заглавіемъ „Приборъ для обнаруженія и регистрированія электрическихъ колебаній". Я настойчиво обращаю вниманіе читателя на хронологію послѣднихъ событій, ибо въ томъ же 1896 году, но лѣтомъ, иностранныя газеты сообщили о первыхъ опытахъ Маркони, причемъ при безпроволочномъ телеграфированіи этотъ ученый пользовался аппаратами, тождественными съ тѣми, которыми А. С. Поповъ пользовался уже въ продолженіи цѣлаго года.

Съ этого момента Александръ Степановичъ неутомимо продолжаетъ усовершенствовать изобрѣтенную имъ систему телеграфированія безъ проводовъ. Въ 1898 году онъ удостаивается

преміи Императорскаго Русскаго Техн. Общества имени Государя Императора; въ 1900 году—ему подносятъ званіе почетнаго Инженера-Электрика. Въ этомъ же году онъ примѣнилъ свою систему телеграфированія при спасеніи броненосца „Генералъ-Адмиралъ Апраксинъ"; здѣсь приходилось передавать депеши безъ проводовъ на разстояніи 40 верстъ, но вслѣдствіе безпрерывнаго и правильнаго дѣйствія аппаратовъ А. С. Попова удалось сравнительно быстро спасти погибавшій броненосецъ.

Въ слѣдующемъ году Александръ Степановичъ удостаивается избранія въ почетные члены Русск. Импер. Технич. Общества и приглашается Совѣтомъ Электротехническаго Института въ Петербургѣ профессоромъ по каѳедрѣ физики въ этотъ же Институтъ. Въ сентябрѣ же 1905 года автономный Совѣтъ Электротехническаго Института избираетъ Александра Степановича директоромъ Института, вполнѣ разсчитывая на его честный и прямой характеръ и находя его человѣкомъ способнымъ жертвовать всѣмъ для блага Института и студентовъ. На этомъ почетномъ, но отвѣтственномъ посту Александру Степановичу пришлось поработать лишь нѣсколько мѣсяцевъ...

Въ послѣдній разъ мнѣ довелось бесѣдовать съ Александромъ Степановичемъ четыре года тому назадъ въ Москвѣ, на Всероссійскомъ Электротехническомъ Съѣздѣ, гдѣ онъ прочелъ свой докладъ: „Основы современнаго телеграфированія безъ проводовъ". Встрѣченный радушными апплодисментами собравшихся на съѣздъ русскихъ электротехниковъ, онъ произвелъ рядъ интересныхъ опытовъ на тему своего доклада, по окончаніи котораго удостоился не менѣе шумныхъ овацій. Послѣ доклада, въ частной бесѣдѣ, я обратился съ вопросомъ къ Александру Степановичу, считаетъ-ли онъ правдоподобнымъ распространившійся въ то время газетный слухъ, будто бы Маркони удалось передать безъ проволокъ телеграмму черезъ Атлантическій океанъ.

— Мнѣ кажется, отвѣтилъ Александръ Степановичъ, что извѣстіе это преувеличено. Говорятъ однако, что Маркони удалось передать черезъ океанъ букву „с".

— Я васъ не совсѣмъ понимаю, отвѣтилъ я ему.

— А видите ли, дѣло вотъ въ чемъ: буква „с" въ телеграфіи передается въ видѣ трехъ точекъ (...); точки же можно передавать на очень большія разстоянія; а вотъ второй элементъ

азбуки Морзе, черту (—), на очень далекія разстоянія передавать пока не удается.

— Скажите, Александръ Степановичъ, а на какое максимальное разстояніе по вашему способу можно передавать депеши?

— На это я могу Вамъ сообщить результаты моихъ опытовъ, произведенныхъ этимъ лѣтомъ по порученію Морского Министерства на Черномъ морѣ. Два телеграфныхъ прибора моей системы, сооруженные по моимъ чертежамъ въ Парижѣ у Дюкрете, были поставлены на двухъ броненосцахъ черноморскаго флота. Я съ броненосца „Синопъ" посылалъ телеграммы, сообщая свою широту и долготу, и получалъ съ другаго броненосца подобныя же сообщенія; лишь на разстояніи въ 350 верстъ я сталъ получать только двѣ первоначальныя буквы моего броненосца „Си" (обѣ эти буквы по азбукѣ Морзе не содержатъ черты) и далѣе ничего не могъ добиться...

Это говорилъ мнѣ Александръ Степановичъ четыре года тому назадъ. Но въ этотъ промежутокъ времени онъ неутомимо продолжалъ работать надъ любимой своей задачей и продолжалъ усовершенствовать открытый имъ способъ телеграфированія.

Пока А. С. Поповъ былъ живъ, онъ по врожденной своей скромности не особенно энергично настаивалъ на пріоритетѣ изобрѣтенія безпроволочной телеграфіи. Но теперь, послѣ его смерти, нравственная обязанность русскихъ электротехниковъ— доказать документально, что это великое открытіе сдѣлано впервые не итальянскимъ, а русскимъ ученымъ, и что правильнѣе его называть „безпроволочнымъ телеграфированіемъ Попова".

Положеніе о преміи имени изобрѣтателя безпроволочнаго телеграфа Александра Степановича Попова.

§ 1. Въ память выдающагося ученаго и изобрѣтателя безпроволочнаго телеграфа Александра Степановича Попова основывается премія слѣдующими учрежденіями и обществами: Электротехническимъ Институтомъ Императора Александра III-го, Минными офицерскимъ классомъ, Физическимъ отдѣленіемъ

Русскаго Физико-Химическаго общества, Электротехническимъ отдѣломъ Императорскаго Русскаго Техническаго общества и Обществомъ Инженеръ-электриковъ.

§ 2. Капиталъ для преміи имени А. С. Попова составляется:

а) изъ начальныхъ взносовъ, дѣлаемыхъ каждымъ изъ вышеупомянутыхъ учрежденій и обществъ.

б) изъ пожертвованій почитателей заслугъ Александра Степановича Попова, для чего Совѣтъ Электротехническаго Института открываетъ подписку.

в) изъ сбора съ лекцій и отъ продажи сочиненій, посвященныхъ памяти А. С. Попова.

§ 3. Первая выдача, въ размѣрѣ 500 рублей, присуждается изъ капитала преміи въ день годовщины смерти А. С. Попова, 31-го Декабря 1906 года.

Къ этому же времени Комиссіей делегатовъ отъ вышепоименованныхъ учрежденій и обществъ устанавливаются размѣръ и сроки послѣдующихъ выдачъ преміи изъ процентовъ съ капитала, о чемъ доводится до всеобщаго свѣдѣнія. Капиталъ послѣ первой выдачи преміи остается неприкосновеннымъ.

§ 4. Премія учреждается при Электротехническомъ Институтѣ, на который и возлагается храненіе капитала преміи, обращаемаго въ Государственныя или гарантированныя Правительствомъ процентныя бумаги. Совѣтъ Института ежегодно сообщаетъ отчетъ о движеніи суммъ капитала тѣмъ учрежденіямъ и обществамъ, которыя участвовали въ основаніи преміи.

§ 5. Для провѣрки суммъ, а также для изысканія средствъ къ ихъ увеличенію въ началѣ каждаго года избирается Ревизіонная комиссія, по одному делегату отъ каждаго изъ вышеупомянутыхъ учрежденій и обществъ.

§ 6. Премія выдается за лучшія оригинальныя изслѣдованія и изобрѣтенія по электричеству и его примѣненіямъ, произведенныя въ Россіи и изложенныя на русскомъ языкѣ. Рукописи или печатныя изданія, представляемыя на конкурсъ для преміи, должны присылаться въ Электротехническій Институтъ не позже, какъ за шесть мѣсяцевъ до срока выдачи ея. Кромѣ работъ, представленныхъ конкурентами, обсужденію подлежатъ также изслѣдованія и изобрѣтенія, рекомендуемыя учрежденіями и обществами, участвовавшими въ учрежденіи преміи.

Примѣчаніе: Для представленія и рекомендаціи работъ на первую выдачу преміи назначается срокъ 1-е Октября 1906 года.

§ 7. Присужденіе преміи производится делегатами, избираемыми для этой цѣли, въ числѣ двухъ, каждымъ изъ учрежденій и обществъ, участвовавшихъ въ основаніи преміи. Избранной Комиссіи делегатовъ предоставляется право приглашать къ личному участію въ ея трудахъ извѣстныхъ спеціалистовъ по тѣмъ отраслямъ, къ которымъ относятся конкурирующія работы, а также входить въ письменныя сношенія съ лицами, мнѣнія которыхъ Комиссія желала бы принять въ соображеніе при присужденіи преміи. Делегаты избираются не позже, какъ за шесть мѣсяцевъ до срока выдачи преміи. Они въ конкурсѣ не участвуютъ.

§ 8. Въ случаѣ невыдачи преміи, послѣдняя причисляется къ неприкосновенному капиталу преміи.

Механика и энергетика.

Эмиля Пикара[1]).

(Окончаніе).

III. Механическое истолкованіе естественныхъ явленій.

Идея, что всѣ измѣненія въ физическомъ мірѣ происходятъ по законамъ механики, была дорога для послѣдователей Декарта. Но каковъ точный смыслъ этого утвержденія, если только вообще оно имѣетъ смыслъ? Отвѣтъ дать не легко. Что должно понимать подъ механическимъ объясненіемъ явленія? Для Гертца явленіе, происходящее въ данной системѣ, допускаетъ механическое объясненіе въ томъ случаѣ, если система составляетъ часть подходяще выбранной свободной системы и если ея движеніе можно вывести изъ указанныхъ выше основныхъ постулатовъ. Гельмгольтцъ и Пуанкаре принимаютъ нѣсколько иную форму; они обращаются къ классической системѣ уравненій Лагранжа въ аналитической механикѣ, на которыя я уже сдѣлалъ намекъ. Эта система заключаетъ въ себѣ неопредѣленныя функціи параметровъ и ихъ производныхъ; если возможно выбрать функціи такимъ образомъ, чтобы дифференціальныя уравненія Лагранжа соотвѣтствовали движеніямъ системы, то для этихъ послѣднихъ имѣется механическое толкованіе. Подобные отвѣты остаются весьма отвлеченными и неясными, если не постараться опредѣлить ихъ точнѣе; дѣйствительно, нѣтъ возможности получить опредѣленныя функціи и затѣмъ составить дифференціальныя уравненія, пока рядъ ин-

---

[1]) См. Физ. Обоз. 1906 г., стр. 241.

дукцій, основанныхъ на болѣе или менѣе мѣткихъ обобщеніяхъ простыхъ опытовъ, не доставилъ необходимыхъ указаній. Въ какой же мѣрѣ теперь возможно утвержденіе, которое иногда дѣлали, что механическое толкованіе есть ни что иное, какъ система дифференціальныхъ уравненій. Разъ таковая получена, то можно отбросить подмостки, которые послужили для построенія системы и лишь стараться помощью математическаго анализа достигнуть согласованія извѣстныхъ фактовъ и предсказанія неизвѣстныхъ, что и составляетъ окончательную цѣль теоріи и показываетъ ея плодотворность. Но не разъ случается, что какой нибудь новый фактъ обнаруживаетъ недостаточность принятаго объясненія; тогда приходится дополнить дифференціальныя соотношенія путемъ прибавки какого нибудь члена, и весьма часто является необходимость наново пересмотрѣть все первоначальное построеніе теоріи, чтобы съ пользою сдѣлать исправленія въ ея окончательномъ видѣ. Поэтому, если и согласиться, что окончательная форма теоріи заключается въ системѣ дифференціальныхъ уравненій, то не слѣдуетъ, однако-же, забывать тѣхъ идей, которыя послужили для ихъ составленія.

Вернемся къ вопросу: всякое ли явленіе допускаетъ механическое истолкованіе? При столь общей постановкѣ вопроса все зависитъ отъ тѣхъ элементовъ, которые желаютъ найти въ отвѣтѣ. Напримѣръ, получится механическое объясненіе свѣта, если постулировать существованіе гипотетическаго эѳира. Введя эту скрытую систему, въ смыслѣ Гельмгольтца и Гертца, мы составляемъ дифференціальныя уравненія ея колебательнаго движенія и въ результатѣ получаемъ механическое объясненіе свѣтовыхъ явленій. Нетрудно понять, что, имѣя возможность вводить скрытыя системы, снабженныя болѣе или менѣе разнообразными свойствами, намъ часто удастся составить механическія объясненія какой нибудь категоріи явленій. Быть можетъ, кто нибудь подумаетъ, что эти скрытыя системы не болѣе, какъ плохія шутки. A priori онъ будетъ правъ, но въ дѣйствительности онъ ошибается. Важнѣйшая цѣль состоитъ въ томъ, чтобы дойти до соотношеній между величинами, доступными измѣренію, и предвидѣть явленія; недоступныя опыту величины являются вспомогательными перемѣнными, которыя потомъ стараются исключить. Многія теоріи въ настоящее время подходятъ къ этому общему типу.—Интересный примѣръ мы нахо-

димъ въ изученіи тепловыхъ явленій. Механическое объясненіе, въ только что разъясненномъ смыслѣ, принципа Карно представляетъ большія трудности. Клаузіусъ первый попытался дать подобное объясненіе, а послѣ него Гельмгольтцъ въ своихъ знаменитыхъ изслѣдованьяхъ надъ принципомъ наименьшаго дѣйствія думалъ, что ему удалось достичь этого; затѣмъ Больтцманъ старался отразить нѣкоторыя возраженія, сдѣланныя Гельмгольтцу. Основная идея Гельмгольтца заключается въ гипотезѣ скрытыхъ движеній. Согласно ему, перемѣнныя могутъ быть раздѣлены на двѣ категоріи: однѣ доступны нашему опыту, другія намъ неизвѣстны и соотвѣтствуютъ скрытымъ движеніямъ. Придумывая нѣкоторыя гипотезы, можно для доступныхъ перемѣнныхъ получить дифференціальныя соотношенія совершенно иной формы, чѣмъ уравненія классической механики, и такимъ образомъ дать отчетъ о разсѣяньи энергіи. Больтцманъ, который подошелъ къ вопросу гораздо ближе, чѣмъ Гельмгольтцъ, устанавливаетъ различіе между движеніями упорядоченными и неупорядоченными; для него увеличеніе энтропіи соотвѣтствуетъ усиленію неупорядоченныхъ движеній насчетъ упорядоченныхъ. Далѣе мы вернемся еще къ этому столь важному вопросу о принципѣ Карно.

Мы становились на абстрактную, аналитическую точку зрѣнія; оставаясь въ томъ же кругѣ идей, можно иногда придать болѣе конкретную форму разсужденіямъ о механическомъ объясненіи явленій. Положимъ, что два различныя явленія приводятъ къ одной и той же системѣ дифференціальныхъ соотношеній; тогда онѣ являются моделями другъ друга и для одной и той же категоріи явленій можетъ быть нѣсколько моделей.

Замѣтимъ вообще, что образы, которые мы составляемъ для вещей, суть модели этихъ послѣднихъ.

Такимъ образомъ въ системѣ, въ которой есть массы скрытыя, слѣдовательно недоступныя наблюденію, нельзя сдѣлать ничего другого, какъ создать для нея модели, не имѣя въ сущности возможности воспроизвести дѣйствительность. Согласованіе разума съ природой, въ этомъ порядкѣ идей, сравнимо съ согласіемъ между двумя системами, каждая изъ коихъ служитъ моделью другой.

Въ такомъ случаѣ кажется, что каждый воленъ искать различныя модели. Безусловно справедливо, что, въ силу имен-

но неопредѣленности задачи, модели можно въ нѣкоторой мѣрѣ варіировать. Однако исторія знанія показываетъ, что это разнообразіе весьма ограничено. Въ самомъ дѣлѣ, мы требуемъ, чтобы наши представленія были просты; кромѣ того, мы имѣемъ стремленіе возвращаться постоянно къ тѣмъ атомистическимъ и молекулярнымъ концепціямъ, которыя сыграли существенную роль въ физикѣ XIX вѣка. Не имѣя намѣренія дать здѣсь полной исторіи идей по вопросу о механическихъ представленіяхъ, я считаю нужнымъ сказать нѣсколько словъ о спеціальномъ способѣ представленія, излюбленномъ въ англійской школѣ, гдѣ модель строится при помощи самыхъ обычныхъ механизмовъ. Максвеллъ построилъ нѣсколько остроумныхъ аппаратовъ, на которыхъ обнаруживаются различныя аналогіи съ электрическими явленіями и, въ которыхъ, напримѣръ, индукція является слѣдствіемъ инерціи нѣкоторыхъ массъ. Лордъ Кельвинъ зашелъ особенно далеко въ этомъ направленіи и даже какъ то написалъ, что онъ чувствовалъ себя удовлетвореннымъ лишь тогда, когда онъ могъ построить соотвѣтственную механическую модель; такимъ образомъ помощью вращательныхъ движеній онъ осуществилъ упругіе въ твердыхъ тѣлахъ эффекты и даже достигъ представленія свойствъ эѳира.

Крайняя сложность нѣкоторыхъ изъ этихъ моделей, гдѣ фигурируютъ гироскопы изв оночные шарниры, смущаютъ умы, привыкшіе разсматривать вещи съ аналитической точки зрѣнія. Ясно, что, если такимъ образомъ разсчитываютъ понять дѣйствительность, то получается нѣчто странное. Но разъ рѣчь идетъ лишь объ образахъ, то нечего удивляться тому, что мнѣнія разныхъ лицъ расходятся въ вопросѣ о степени простоты того или другого представленія.

Очерчивая вкратцѣ исторію классической динамики, мы сказали, что былъ установленъ постулатъ, согласно которому всѣ безконечно малыя измѣненія, происходящія въ системѣ тѣлъ, зависятъ исключительно отъ ея статическаго состоянія въ данный моментъ. Этотъ постулатъ можно назвать принципомъ *не наслѣдственности*, такъ какъ онъ выражаетъ собою, что будущее системы зависитъ только отъ ея современнаго состоянія; онъ служитъ основой классической аналитической механики. Исключенія, по крайней мѣрѣ кажущіяся, изъ этого принципа однако многочисленны.

Къ числу ихъ относятся явленія, въ которыхъ участвуетъ треніе. Ускоренія здѣсь кажутся зависящими по меньшей мѣрѣ отъ скорости. Но возможно, что силы, происходящія отъ тренія, суть только кажущіяся силы, и что введеніе бо́льшаго числа перемѣнныхъ, напримѣръ, элементовъ, относящихся къ деформаціи тѣлъ при соприкосновеніи, позволитъ дать уравненіямъ форму, заключенную въ классическомъ ихъ типѣ. Мы видимъ, что вопрось имѣетъ тотъ же характеръ, какъ и только что разсмотрѣнный: противорѣчія, которыя думаютъ найти въ основномъ принципѣ, происходятъ отъ того, что исключеніе скрытыхъ перемѣнныхъ съ цѣлью сохранить лишь доступныя опыту измѣнило форму соотношеній.

Есть еще одинъ вопросъ того же порядка, именно надо распознать, всѣ ли системы въ природѣ консервативны; другими словами, допускаютъ ли внутреннія силы потенціалъ, зависящій исключительно отъ относительныхъ положеній ихъ различныхъ частей. Большинство физиковъ держится мнѣнія, что необратимыя системы не могутъ быть консервативны; чтобы разобрать это утвержденіе, слѣдовало бы притти къ соглашенію относительно понятія о необратимости, каковая находится въ зависимости отъ числа и природы перемѣнныхъ, разсматриваемыхъ въ системѣ.

Весьма проницательный физикъ и механикъ Бриллюенъ показалъ, что аналитическую механику нельзя по существу считать обратимой, и что необратимость появляется вмѣстѣ съ неустойчивостью системъ.

Все это очень странно, подумаетъ не одинъ читатель, видя, какъ затемняется идея, которую онъ быть можетъ считалъ вполнѣ ясной, идея о томъ, что такое механическое толкованіе. Но мы вовсе не достигли конца трудностей. Чтобы дать отчетъ, съ помощью доступныхъ наблюденію перемѣнныхъ, въ явленіяхъ типа вязкости или тренія, вводятъ въ уравненія члены съ первыми производными, форма которыхъ, конечно, указывается надлежащими опытами, напримѣръ, законами Кулона.

Эти измѣненія не представляютъ еще ничего особеннаго; мы имѣемъ здѣсь систему, послѣдующее состояніе которой зависитъ въ нѣкоторой степени только отъ ея состоянія въ данный и безконечно близкій моменты (первыя производныя). Что же представляла бы собой механика, въ которой наслѣдствен-

ность проявлялась бы вполнѣ? Въ послѣднемъ случаѣ законы явленій уже не выражались бы дифференціальными уравненіями. Разсматривая вопросъ во всей общности, мы встрѣтили бы тутъ функціональныя уравненія, въ которыхъ искомыя функціи находились бы подъ знаками интеграловъ, представляющихъ все, что предыдущее время прибавляло къ ихъ значенію.

Слово наслѣдственность не должно, впрочемъ, вызывать въ нашемъ умѣ непремѣнно представленія о живыхъ существахъ; оно обозначаетъ просто предшествующую исторію изучаемой системы. Типомъ ея могутъ служить деформаціи, называемыя постоянными, и явленія гистерезиса. Здѣсь еще слѣдуетъ вспомнить замѣчаніе, сдѣланное только что по поводу системъ съ треніемъ.

Быть можетъ, говорили мы, силы тренія суть только кажущіяся; теперь мы могли бы сказать: быть можетъ, наслѣдственность—только кажущаяся и зависитъ отъ того, что мы обращаемъ вниманіе на слишкомъ малое число перемѣнныхъ. Какое же заключеніе мы выведемъ изъ всего предшествующаго? Вотъ оно: слово механическое объясненіе, взятое въ совершенно общемъ значеніи, лишено смысла. Тѣмъ не менѣе для весьма распространенныхъ категорій явленій, обращая вниманіе на точно опредѣленныя перемѣнныя, роль которыхъ считается наиболѣе важной, есть возможность установить между этими перемѣнными функціональныя соотношенія (вообще дифференціальныя уравненія), причемъ послѣднія, насколько возможно, приблизятся къ тому, чего требуютъ основные постулаты раціональной механики; особая форма соотношеній опредѣляется простыми опытами и наблюденіями; онѣ позволятъ намъ предсказать будущее состояніе системы въ болѣе сложныхъ случаяхъ. Если такъ, то мы говоримъ, что у насъ есть механическое истолкованіе явленій.

IV. Ученіе объ энергіи.

Мы только что видѣли тѣ трудности, которыя встрѣчаются, когда желаютъ точно опредѣлить понятіе о механическомъ истолкованіи естественныхъ явленій. Каковы бы ни были эти трудности, неодолимое стремленіе искать подобныя толкованія

служило для развитія знанія весьма плодотворной побудительной причиной. Мы отдадимъ себѣ отчетъ въ этомъ, если бросимъ взглядъ на новѣйшіе успѣхи оптики и электричества. Безъ сомнѣнія мы лишились бы могущественнаго оружія, если бы отказались отъ попытокъ механическихъ объясненій, которыя оказали намъ столько услугъ. Слѣдуетъ, впрочемъ, признать, что, въ нѣсколькихъ случаяхъ, противорѣчія и странности нѣкоторыхъ теорій какъ бы обезкуражили ученыхъ, и они въ настоящее время не имѣютъ уже, съ этой точки зрѣнія, энтузіазма физиковъ-геометровъ первой половины прошлаго вѣка. Нѣкоторымъ даже казалось страннымъ объяснять извѣстное неизвѣстнымъ, видимое невидимымъ, и выдумывать, напримѣръ, эѳиръ, котораго, какъ они выражались, человѣческій глазъ никогда не увидитъ. Подобное обвиненіе имѣетъ основаніе, если употреблять слово объясненіе въ томъ смыслѣ, въ которомъ оно долгое время употреблялось; но оно теряетъ свою силу, если въ объясненіи искать только полезный и плодотворный образъ и если не имѣть претензіи постигнуть реальность, какъ я уже не разъ говорилъ. Знаніе можетъ одновременно двигаться впередъ различными путями и многообразіе точекъ зрѣнія не только законно, но и необходимо.

Нѣкоторые законы и гипотезы, являющіеся только обобщеніемъ наблюдаемыхъ фактовъ, играютъ въ настоящее время существенную роль въ физикѣ; они имѣютъ своимъ предметомъ установленіе опредѣленныхъ численныхъ соотношеній между непосредственно измѣримыми величинами. Среди нихъ законы энергетики являются основными въ наукѣ нашей эпохи. Термодинамика была въ нѣкоторомъ родѣ зародышемъ энергетики, которая ее заключаетъ въ себѣ, какъ частный случай; два имени первенствуютъ въ термодинамикѣ, Майера и Карно, и изъ нихъ обоихъ на первомъ мѣстѣ безъ сомнѣнія стоитъ имя Сади-Карно, чудеснаго предвѣстника, который своими геніальными воззрѣніями значительно опередилъ свое время.

Плодотворность принципа сохраненія энергіи во всѣхъ отдѣлахъ физики была въ особенности выяснена Гельмгольтцемъ и лордомъ Кельвиномъ. Въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ мы приходимъ къ опредѣленію того, что мы называемъ энергіей; такимъ образомъ мы различаемъ энергіи: механическую, тепловую, электрическую, химическую, лучистую и т. д., которыя

вообще представляются въ формѣ произведенія двухъ факторовъ. Съ формами энергіи, до сихъ поръ зарегистрированными, принципъ сохраненія энергіи провѣренъ на всѣхъ извѣстныхъ явленіяхъ, и тотъ фактъ, что пришлось ввести только весьма ограниченное число формъ энергій, составляетъ самъ по себѣ большую важность этого основного закона. Въ его общей формѣ принципъ энергіи выражаетъ, что различныя формы внутренней энергіи, какъ то, доступная чувствамъ живая сила, произведенная работа и истраченная энергія, въ формѣ тепловой, электрической, магнитной и т. д., превращаются однѣ въ другія такимъ образомъ, что полное ихъ измѣненіе равно нулю. Понятіе о внутренней энергіи имѣетъ капитальное значеніе; если въ явленіи участвуютъ только энергіи механическая и тепловая, то внутренняя энергія есть функція относительнаго расположенія различныхъ частей системы и ихъ физическаго и механическаго состоянія.

Быть можетъ, когда нибудь придется ввести другія формы энергіи, кромѣ до сихъ поръ разсматриваемыхъ, и тогда можно будетъ въ извѣстномъ смыслѣ сдѣлать попытку смотрѣть на принципъ сохраненія энергіи, какъ на опредѣленіе; но ясно, что, если надо будетъ, для удовлетворенія этому опредѣленію, разсматривать слишкомъ большое число формъ энергіи, принципъ перестанетъ существовать для физика, который уже не будетъ въ состояніи ничего изъ него извлечь.

Хотя наши идеи о сохраненіи энергіи имѣютъ свое историческое начало въ теоремѣ живыхъ силъ аналитической механики, и такимъ образомъ явилась связь между аналитической механикой и физикой, тѣмъ не менѣе эти первоначальныя точки зрѣнія въ настоящее время вообще оставлены. Опытъ остается единственной путеводной нитью въ этомъ вопросѣ для каждой формы энергіи. Существуетъ механическій эквивалентъ тепла, но нѣтъ эквивалента электричества, такъ какъ одно и тоже количество электричества производитъ, смотря по обстоятельствамъ, различную работу; напротивъ того, существуетъ механическій эквивалентъ электрической энергіи.

По мнѣнію цѣлой школы ученыхъ энергія не есть лишь отвлеченное понятіе, лишенное реальнаго существованія; для нихъ она имѣетъ объективное бытіе подобно матеріи, быть можетъ даже болѣе, чѣмъ матерія, и мы не можемъ ни разру-

шить, ни создать ея. Можно-ли однако изъ эквивалентности различныхъ формъ энергіи заключать объ ихъ тождествѣ? Вопросъ не имѣетъ смысла для экспериментатора; это все равно, какъ если-бы спрашивали, тождественны ли два тѣла потому, что они имѣютъ одинаковый вѣсъ. Вопросъ этотъ относительно энергіи еще болѣе страненъ, чѣмъ относительно матеріи, и каждый можетъ на него отвѣчать различно, смотря по своимъ теоретическимъ воззрѣніямъ.

Перемѣщеніе энергіи составляетъ существенное условіе возникновенія явленій; всѣ извѣстныя формы энергіи имѣютъ стремленіе превращаться въ тепловую энергію, которая представляетъ наиболѣе устойчивую форму. Такъ, возможно преобразовать цѣликомъ механическую работу въ теплоту, которую всю получитъ одинъ и тотъ же источникъ, но нельзя осуществить обратный переходъ.

Прежде всего принципъ Карно насъ научаетъ, что данное количество тепла не можетъ покинуть своего источника, чтобы цѣликомъ превратиться въ работу; и этого уже достаточно, чтобы въ теплотѣ усмотрѣть низшій видъ энергіи; однако, если превращеніе обратимо, то есть нѣкоторая компенсація, такъ какъ, если одна часть энергіи подверглась деградаціи, то другая зато перешла въ высшую форму. Но, когда превращеніе необратимо, происходитъ окончательная деградація безъ компенсаціи.

Такимъ образомъ въ системѣ, устраненной отъ всякаго внѣшняго воздѣйствія и переходящей необратимымъ путемъ изъ одного состоянія въ другое полное количество энергіи постоянно, но количество энергіи, которое можетъ быть использовано для производства работы уменьшается, и качество энергіи понижается. Такой результатъ происходитъ въ силу тренія, которое дѣлаетъ превращеніе необратимымъ, въ силу паденій тепла, зависящихъ отъ проводимости и излученій между различными частями системы, въ силу сопротивленія проводниковъ при распространеніи электричества, въ силу гистерезиса при магнитныхъ явленіяхъ и т. д.

Въ своемъ прекрасномъ трудѣ о принципахъ физической химіи Перренъ вмѣстѣ съ Лянжэвеномъ разсматриваетъ принципъ Карно, какъ принципъ эволюціи, и выражаетъ его, говоря, что изолированная система никогда не проходитъ дважды

чрезъ одно и то же состояніе. Впрочемъ, въ настоящее время все болѣе склоняются къ тому, чтобы, согласно съ идеями Больтцмана и Джибса, разсматривать принципъ Карно, какъ законъ вѣроятности, прилагающійся къ среднимъ величинамъ. Итакъ, могутъ встрѣтиться случаи, когда слѣдуетъ его примѣнять съ осторожностью, и ясно, что, при этихъ условіяхъ, надо остерегаться черезчуръ широкихъ обобщеній.

Такимъ образомъ, отдавая должную дань удивленія воображенію Клаузіуса и Лорда Кельвина и допуская для ученаго право быть временами поэтомъ, не слѣдуетъ однако безусловно принимать тѣхъ философскихъ заключеній, которыя вывели оба великіе физика путемъ колоссальной экстраполяціи закона деградаціи энергіи. Слѣдуетъ считать преувеличеніемъ, когда изъ экспериментальныхъ принциповъ, провѣрка коихъ всегда ограничена, хотятъ вывести общіе взгляды на будущее вселенной. Скажемъ только, что термодинамика не противится воззрѣнію, согласно которому вселенная фатально слѣдуетъ въ опредѣленномъ направленіи, и что ея полезная энергія безустанно истощается. Могли ли бы существа болѣе изощренныя, чѣмъ мы, воспрепятствовать этому разсѣянью энергіи? Съумѣли ли бы они воздѣйствовать на скрытыя перемѣнныя такимъ образомъ, чтобы машину заставить пойти назадъ? Имъ необходимо было бы имѣть изощренность маленькаго Максвеллевскаго демона, который могъ слѣдить за молекулами въ ихъ движеніяхъ.

Совмѣстима ли эта деградація съ механическимъ объясненіемъ? Этотъ пунктъ я разсмотрѣлъ выше и ничего не имѣю прибавить къ нему: для Гельмгольтца и Больтцмана принципъ Карно соотвѣтствуетъ принципу наименьшаго дѣйствія. Если попытки, подобныя тѣмъ, которыя дѣлали Гельмгольтцъ и Больтцманъ, и представляютъ большой интересъ для геометровъ, то слѣдуетъ признать, что многіе физики въ настоящее время теряютъ къ нимъ интересъ. По мнѣнію нѣкоторыхъ изъ нихъ уравненія физики суть количественныя соотношенія между величинами, о которыхъ не говорится, приводимы ли онѣ качественно или не приводимы. Я уже нѣсколько разъ упомянулъ слово качество. Неужели въ настоящее время уже оставленъ картезіанскій принципъ, согласно которому все въ мірѣ объясняется протяженіемъ и движеніемъ? Казалось бы, что да, по крайней мѣрѣ отчасти, когда мы слышимъ выраженіе, что те-

плота есть подвергшаяся деградаціи форма энергіи. Но не слѣдуетъ забывать, что качество и деградація относятся къ нашимъ возможностямъ дѣйствій. Мы только что останавливались на словѣ механическое объясненіе; оно имѣетъ безконечную гибкость, и мы сказали, что понятію механизма возможно дать весьма широкое толкованіе, позволяющее примирить много противорѣчій.

Термодинамика была началомъ энергетики; поэтому послѣдняя, при своемъ зарожденіи, сохранила нѣкоторые взгляды, спеціально характеризующіе термодинамику; еще и теперь царитъ нѣкоторая спутанность въ изложеніи общихъ принциповъ энергетики.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, слѣдуя по путямъ, проложеннымъ Джибсомъ и Гельмгольтцемъ, различные физики, среди которыхъ я долженъ въ особенности отмѣтить Дюгема, выяснили значеніе важной функціи, извѣстной подъ именемъ термодинамическаго потенціала. Этотъ потенціалъ даетъ мѣру того, что Карно называлъ движущей силою (puissance motrice). Въ настоящее время во Франціи Ле-Шателье, въ Германіи Мейергоферъ и Оствальдъ возвращаются къ точкамъ зрѣнія Карно, исходя изъ понятія о движущей силѣ, т. е. способности всякаго явленія производить воздѣйствіе на внѣшній міръ; это есть также то, что Гельмгольтцъ называлъ свободной энергіей. Общее опредѣленіе, какъ для энергіи, здѣсь невозможно, но въ каждомъ частномъ случаѣ мы распознаемъ, что если двѣ системы тѣлъ находятся въ присутствіи другъ друга, то между ними происходитъ обмѣнъ нѣкотораго свойства, которое теряется одною системою и пріобрѣтается другою, именно свойства непосредственно превращаться или изолированно, или вызывая въ другой системѣ обратное превращеніе; это свойство и есть то, что называютъ движущею силою.

По этому поводу можно высказать нѣсколько общихъ законовъ. Прежде всего мы имѣемъ законъ сохраненія способности движущей силы, согласно которому, при всякой тратѣ ея, существуетъ функція однородныхъ соотвѣтственныхъ измѣненій, которая остается постоянной, и которую опредѣляетъ опытъ; это однако не выполняется для тепла, которое составляетъ исключеніе среди различныхъ родовъ движущей силы. Второй законъ энергетики выражаетъ невозможность создать движущую силу въ одномъ мѣстѣ, не истративъ ея въ

другомъ; онъ представляетъ обобщеніе невозможности вѣчнаго движенія. Наконецъ, согласно третьему общему закону, нельзя уничтожить движущую силу, не создавъ тепла; это, по существу, законъ Джауля. Понятно, впрочемъ, что экспериментальные принципы, съ которыми связываютъ общіе законы энергетики, могутъ быть выбраны различными способами, и въ этомъ отношеніи заслуживаютъ упоминанія работы Муре и майора Аріе.

Важно также предупредить всякую иллюзію относительно степени пользы, которую можно извлечь изъ общихъ законовъ энергетики.

Ихъ польза въ нѣкоторомъ родѣ качественна, она заключается въ предвидѣньи направленія явленія и въ выводѣ обратнаго предложенія изъ закона, найденнаго экспериментальнымъ путемъ; напримѣръ, изъ электризаціи геміэдрическихъ кристалловъ вслѣдствіе сжатія Липпманнъ вывелъ деформацію кристалловъ, вызываемую электрическимъ вліяніемъ.

Но для того, чтобы имѣть качественныя опредѣленія, придется привлечь законы, спеціально относящіеся къ изучаемымъ явленіямъ; только такимъ образомъ ученіе объ энергіи можетъ быть плодотворно. Мы увидимъ многочисленные примѣры этого, если проанализируемъ различные отдѣлы физики, химіи и физической химіи.

Въ этой главѣ можно было видѣть тѣ два главныя направленія, которымъ въ наше время слѣдуютъ ученые, изучающіе неодушевленный міръ, начиная съ теоретиковъ, ищущихъ механическихъ объясненій, и кончая экспериментаторами, не довѣряющими абстрактнымъ понятіямъ. Послѣдніе охотно устранили бы даже слово энтропія изъ научнаго словаря. Эти крайнія направленія радикально противоположны по духу, но въ дѣйствительности между ними есть много точекъ соприкосновенія и наиболѣе убѣжденный приверженецъ чисто экспериментальной энергетики въ своихъ изслѣдованіяхъ не колеблется иногда строить представленія, характеръ коихъ не согласуется съ его собственными идеями. Это—счастливый фактъ; только усваивая различныя точки зрѣнія, иногда даже противоположныя, можно вести знаніе по пути прогресса. Не будемъ ограничивать человѣческаго ума въ той необозримой задачѣ, которую ему предстоитъ выполнить.

Лучеиспусканіе колпачковъ накаливанія.

Г. Рубенса.[1])

I.

Замѣчательныя свойства колпачковъ накаливанія Ауэра уже давно привлекали вниманіе физиковъ и вызывали работы для ихъ разъясненія. Между наиболѣе интересными статьями можно указать работу К. Э. Гильома, появившуюся въ Revue générale des Sciences въ 1901 г., а также работы Фери надъ окисями и пирометрическія изслѣдованія Ле-Шателье и Будуара.

Значительная часть полной энергіи, испускаемой колпачкомъ, излучается въ формѣ радіацій съ большою длиною волны. Поэтому этотъ источникъ особенно пригоденъ для изученія спектра съ большими длинами волнъ, и ни одинъ другой источникъ не даетъ столько остаточныхъ лучей (Reststrahlen).

Съ другой стороны новѣйшіе опыты показали, что полное лучеиспусканіе горѣлки Ауэра, по сравненію съ свѣтовымъ лучеиспусканіемъ, крайне мало. Такимъ образомъ здѣсь какъ бы обнаруживается противорѣчіе, которое и пришлось разрѣшить Рубенсу, сдѣлавшему одновременно изслѣдованія надъ видимымъ спектромъ и надъ инфра-краснымъ спектромъ этого источника.

Колпачки Ауэра приготовляются фирмою D. G. A. (Deutsche Gasglühlicht Aktiengesellschaft) изъ торія съ примѣсью церія въ количествѣ 0,8 процента. Ихъ свойства со временемъ, однако, нѣсколько измѣняются, такъ какъ окись церія испа-

---

[1]) Лекція съ демонстраціями, прочитанная проф. H. Rubens'омъ 20 апрѣля 1906 г. во Французскомъ Физическомъ Обществѣ и изложенная для Физическаго Обозрѣнія E. Rothé.

ряется. Колпачки, которыми пользовался Рубенсъ, подвѣшивались въ пламени бунзенской горѣлки на маленькихъ внѣшнихъ колонкахъ для исключенія лучеиспусканія держалокъ. Пламя регулировалось такъ, чтобы колпачекъ давалъ максимумъ свѣта. Изученію подвергалась лишь наиболѣе горячая часть колпачка, находившаяся между 0,5 и 2,5 cm. надъ головкою горѣлки. Во всѣхъ своихъ опытахъ Рубенсъ пользовался зеркальнымъ спектрометромъ и линейнымъ термоэлектрическимъ столбикомъ, соединеннымъ съ соотвѣтственнымъ гальванометромъ. До длины волны $\lambda = 8\,\mu$ ($\mu = 0{,}001$ m. m.) онъ употреблялъ призму изъ флуорина, а отъ $\lambda = 8\,\mu$ и до $\lambda = 18\,\mu$ — призму изъ сильвина.

Такимъ образомъ онъ опредѣлилъ элементы кривыхъ распредѣленія энергіи, принимая во вниманіе поглощеніе самой призмы. Поглощеніе начинается въ флуориновой призмѣ при $\lambda = 7\,\mu$, а въ сильвиновой при $\lambda = 13\,\mu$, но оно не достигаетъ большой величины въ предѣлахъ разсматриваемаго спектра; оно ограничивается 26% на сантиметръ флуориновой и 14% на сантиметръ сильвиновой призмы. А потому толщина поглощающаго слоя опредѣлялась какъ средняя толщина, черезъ которую проходилъ пучекъ свѣта. Въ случаѣ видимаго спектра, дабы избѣгнуть слѣдовъ инфра-краснаго разсѣяннаго свѣта, Рубенсъ ставилъ на пути слой воды въ 1 cm. толщины съ параллельными плоскостями.

Въ нѣкоторыхъ рядахъ измѣреній горѣлка Ауэра находилась внутри защитнаго стекла; но результаты наблюденій со стекломъ и безъ стекла отличались очень мало другъ отъ друга. Въ инфра-красной части спектра горѣлка Ауэра была изслѣдована безъ стекла.

По указанному способу Рубенсъ сдѣлалъ измѣренія въ 70 мѣстахъ спектра между $\lambda = 0{,}45\,\mu$ и $\lambda = 18\,\mu$:

1° когда колпачекъ Ауэра былъ раскаленъ одною бунзенскою горѣлкою;

2° когда свѣтилась одна горѣлка Бунзена;

3° когда колпачекъ Ауэра былъ покрытъ тонкимъ слоемъ окиси желѣза. [1])

---

[1]) Для полученія послѣдняго колпачка достаточно было обыкновенный колпачекъ погрузить въ чернила и обжечь его на пламени, послѣ чего онъ покрывался черно-коричневымъ слоемъ.

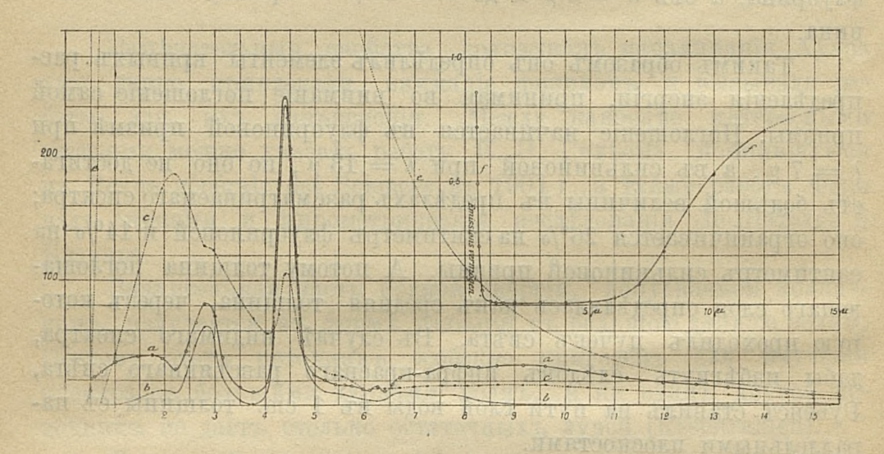
Результаты своихъ измѣренiй онъ изобразилъ графически, какъ показано на фиг. 1; на оси абсциссъ отложены длины волнъ, а на оси ординатъ наблюденныя напряженiя лучеиспусканiя.

На фигурѣ изображены три кривыя распредѣленiя энергiи въ спектрахъ испусканiя:

a—нормальной горѣлки Ауэра;

b— горѣлки Бунзена;

c—горѣлки Ауэра, покрытой окисью желѣза.



Фиг. 1.

Обзоръ этихъ кривыхъ показываетъ, что между $\lambda = 2\,\mu$ и $\lambda = 5\,\mu$ существуютъ двѣ спектральныя линiи; въ этомъ-же промежуткѣ существуютъ двѣ полосы поглощенiя, обусловленныя, по всей вѣроятности, угольною кислотою. Въ этой области нормальная горѣлка Ауэра имѣетъ почти ту-же испускательную способность, что и горѣлка Бунзена, взятая отдѣльно. Изъ этого слѣдуетъ заключить, что испускательная способность колпачка въ этой области мала, и что масса колпачка во время его свѣченiя почти прозрачна для лучеиспусканiя пламени. Если принять, что слабость лучеиспускательной способности колпачка Ауэра не зависитъ отъ его большой отражательной способности, а это почти очевидно вслѣдствiе крайняго раздѣленiя массы колпачка, то по закону Кирхгоффа ис-

пускательная способность колпачка должна быть связана съ его прозрачностью. Свойства колпачка, пропитаннаго окисью, также подтверждаютъ эту точку зрѣнія, такъ какъ этотъ послѣдній обладаетъ значительно бо̀льшею испускательною способностью сравнительно съ нормальнымъ. Къ такому заключенію приводитъ тотъ фактъ, что его лучеиспусканіе больше, хотя его температура ниже. Но его бо̀льшей испускательной способности соотвѣтствуетъ и бо̀льшая поглощательная способность, а потому черезъ его ячейки можетъ проходить только малая часть лучеиспусканія пламени.

II.

Температура раскаленнаго колпачка пока точно не извѣстна, и ея опредѣленіе сопряжено съ трудностями. Луммеръ и Принсгеймъ ее считаютъ болѣе высокой, чѣмъ Гильомъ. Ле-Шателье и Будуаръ оцѣниваютъ ее въ 1650°, Рубенсъ-же полагаетъ, что она заключена между 1500° и 1600°, а въ случаѣ, когда колпачекъ покрытъ окисью желѣза, по пирометрическимъ измѣреніямъ Гольборна и Курлбаума,—между 1050° и 1100°.

Можно назвать по опредѣленію „черною температурою“ ту температуру, которую имѣло-бы „совершенно черное тѣло“, еслибы его лучеиспусканіе въ данной части спектра было тождественно съ лучеиспусканіемъ разсматриваемаго тѣла [1]). Эта температура вообще ниже дѣйствительной, и она есть функція длины волны. Только для одного чернаго тѣла она постоянна и совпадаетъ съ истинною для всѣхъ значеній длины волны.

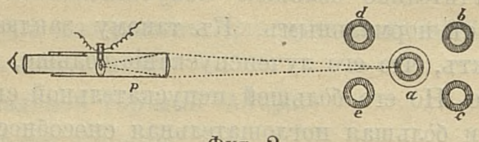
Для самыхъ горячихъ частей колпачка Гольборнъ и Курлбаумъ нашли слѣдующія черныя температуры: 1420° въ красной части спектра; 1510° въ зеленой и 1580° въ синей, а по новѣйшимъ измѣреніямъ Рубенса въ наиболѣе горячихъ частяхъ колпачка его черная температура для $\lambda = 0{,}47\ \mu$ колебалась отъ 1560° до 1590°.

Кромѣ того Рубенсъ сравнилъ испускательную способность горѣлки Ауэра для разныхъ цвѣтовъ. Съ этою цѣлью онъ взялъ

---

[1]) См. Хвольсонъ. Черная температура. Физическое Обозрѣніе. 1906, стр. 235.

5 горѣлокъ и расположилъ ихъ, какъ показано на фиг. 2-ой. Центральная горѣлка *a* была окружена то краснымъ, то синимъ стекломъ, а ея яркость измѣрялась при помощи оптическаго



Фиг. 2.

пирометра *P*, служившаго фотометромъ. Подобнаго рода измѣренія были сдѣланы:

1⁰ Когда горѣлка *a* была потушена, а горѣлки *b*, *c*, *d*, *e* свѣтились. Въ этомъ случаѣ горѣлка *a* сама по себѣ не свѣтитъ, а колпачекъ ея посылаетъ отраженный и разсѣянный свѣтъ 4-хъ другихъ горѣлокъ. Разсѣянный свѣтъ, однако, слабъ.

2⁰ Когда свѣтилась только горѣлка *a*, а остальныя 4 были погашены. Въ этомъ случаѣ наблюдается свѣтъ одной центральной горѣлки *a*.

3⁰ Когда свѣтились всѣ 5 горѣлокъ. Въ этомъ случаѣ къ свѣту горѣлки *a* прибавляется отраженный отъ ея колпачка и разсѣянный свѣтъ, обусловленный горѣніемъ 4-хъ остальныхъ горѣлокъ.

Результаты этихъ измѣреній собраны въ нижеслѣдующей таблицѣ.

№ опыта.	Свѣтятся.	Погашены.	Яркость колпачка Ауэра. при син. стеклѣ. $\lambda = 0{,}460\,\mu$	при красн. стек. $\lambda = 0{,}650\,\mu$
1	*b*, *c*, *d*, *e*	*a*	0,27 *p*	0,23 *q*
2	*a*	*b*, *c*, *d*, *e*	*p*	*q*
3	*a*, *b*, *c*, *d*, *e*	—	1,08 *p*	1,23 *q*

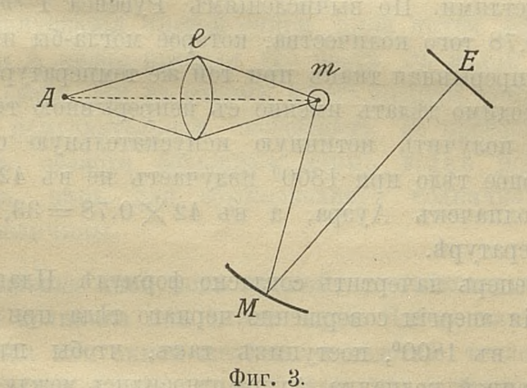
Въ этой таблицѣ *p* и *q* суть яркости одного колпачка горѣлки *a* при синемъ и красномъ стеклѣ; яркости, обусловленныя горѣлками *b*, *c*, *d*, *e* суть 0,27 *p* и 0,23 *q*; сумма яркостей, когда свѣтятся всѣ 5 горѣлокъ, для краснаго свѣта равна $q + 0{,}23\,q = 1{,}23q$, а для синяго $1{,}08\,p$, вмѣсто $p + 0{,}27\,p = 1{,}27\,p$.

Отсюда, стало быть, ясно, что испускательная способность колпачка Ауэра въ красномъ совершенно одинакова, горитъ-ли одна центральная горѣлка, или-же горятъ всѣ пять. Напротивъ того, въ синемъ его испускательная способность уменьшается съ 27 до 8%, когда свѣтится центральная горѣлка. Такимъ образомъ колпачекъ Ауэра въ горячемъ состояніи отражаетъ и пропускаетъ красные лучи такъ же хорошо, какъ и въ холодномъ, а синіе лучи значительно хуже.

Слѣдовательно, горячій колпачекъ становится почти чернымъ для лучей $\lambda = 0{,}46\,\mu$ и его испускательная способность для этихъ лучей, вѣроятно, больше $\frac{27 - 8}{27} = 0{,}7$.

III.

Далѣе Рубенсъ дѣлаетъ передъ Французскимъ Физическимъ Обществомъ очень интересный лекціонный опытъ, фиг. 3.



Фиг. 3.

Онъ проектируетъ изображеніе вольтовой дуги A на колпачекъ Ауэра m при помощи линзы l; яркость дуги должна быть значительно больше яркости раскаленнаго колпачка. Затѣмъ изображеніе дуги на колпачкѣ при помощи вогнутаго зеркала M проектируется на экранъ E. На пути свѣтовыхъ лучей къ экрану ставится то красное, то синее стекло. Когда поставлено красное стекло, то яркость изображенія на экранѣ

не измѣняется отъ того, холоденъ-ли колпачекъ, или раскаленъ; но когда на пути лучей стоитъ синее стекло, то яркость уменьшается, какъ только горѣлка начинаетъ горѣть, а колпачекъ раскаляться. Указываемая разница еще болѣе замѣтна, когда изображеніе разсматривать на экранѣ, смазанномъ ціанисто-платиновымъ баріемъ.

IV.

Рубенсъ измѣрилъ также отношеніе между полнымъ лучеиспусканіемъ колпачка Ауэра и совершенно чернымъ тѣломъ при той-же температурѣ. Если принять температуру колпачка въ 1800^0 по абсолютной шкалѣ, или въ 1527^0 по стоградусной, то на основаніи закона Стефана вытекаетъ, что черное тѣло при абсолютной температурѣ въ 1800^0 излучаетъ на единицу поверхности въ 26 разъ больше, чѣмъ горѣлка Ауэра; въ 69 разъ больше, чѣмъ горѣлка Бунзена, и въ 42 раза больше, чѣмъ самый колпачекъ. Но нужно помнить, что поверхность колпачка не непрерывна, ибо она представляетъ собою ткань съ довольно большими петлями. По вычисленіямъ Рубенса 1 cm^2 колпачка излучаетъ 0,78 того количества, которое могла-бы излучать подобная-же непрерывная ткань при той же температурѣ. Но сравненіе необходимо дѣлать именно съ непрерывною тканью, если мы желаемъ получить истинную испускательную способность. Поэтому черное тѣло при 1800^0 излучаетъ не въ 42 раза больше, чѣмъ колпачекъ Ауэра, а въ $42 \times 0.78 = 33,2$ раза при той-же температурѣ.

Если теперь начертить согласно формулѣ Планка кривую распредѣленія энергіи совершенно чернаго тѣла при абсолютной температурѣ въ 1800^0, поступивъ такъ, чтобы площади этой кривой и кривой колпачка Ауэра относились между собою какъ 33,2 къ 1, то для всякаго значенія длины волны можно вычислить отношеніе, существующее между ординатами обѣихъ кривыхъ, т. е. испускательную способность, соотвѣтствующую каждой длинѣ волны.

Между $\lambda = 1\,\mu$ и $\lambda = 5\,\mu$ испускательная способность колпачка менѣе $^1/_{400}$. Стало быть, этихъ лучей мало. Начиная-же съ $\lambda = 5\,\mu$ эта способность увеличивается и становится боль-

шою между $\lambda = 10\,\mu$ и $\lambda = 18\,\mu$. Такимъ образомъ въ горѣлкѣ Ауэра тепловые лучи почти отсутствуютъ, а отсюда ясно, почему свѣтовая отдача этого источника хороша. Рубенсъ показалъ передъ Обществомъ опытъ, въ которомъ онъ задержалъ экранами очень теплые инфра-красные лучи и утилизировалъ лишь радіаціи съ очень большою длиною волны.

V.

Такъ какъ составъ колпачка очень сложенъ, то является вопросъ, какова роль различныхъ веществъ, участвующихъ въ этихъ явленіяхъ. Извѣстно, что колпачекъ содержитъ торій и немного церія. Чтобы выяснить ихъ взаимное отношеніе, можно сравнить кривую испусканія нормальной горѣлки съ кривою испусканія колпачка, сдѣланнаго изъ одной окиси торія. Эти кривыя мало различаются другъ отъ друга; не больше, чѣмъ кривыя разныхъ горѣлокъ одинаковаго типа. Наибольшее различіе обнаруживается между $\lambda = 0{,}45\,\mu$ и $\lambda = 1{,}5\,\mu$.

Въ испусканіи чистой окиси торія почти нѣтъ видимаго спектра, да и инфра-красная его часть съ малою длиною волны также слаба. Ни въ одномъ мѣстѣ спектра между $\lambda = 0{,}45\,\mu$ и $\lambda = 5\,\mu$ испускательная способность не превосходитъ 0,02. Только въ области большихъ длинъ волнъ испускательная способность, какъ для обыкновеннаго колпачка, достигаетъ большой величины.

Совершенно иной ходъ кривой, соотвѣтствующей спектру испусканія колпачка изъ окиси церія. Здѣсь, какъ и въ случаѣ колпачка изъ окиси желѣза, вслѣдствіе тепловаго излученія, температура гораздо ниже, чѣмъ въ нормальномъ колпачкѣ. Оптическій пирометръ показываетъ въ среднемъ 1075°, или 1350° по абсолютной шкалѣ. Отсюда можно вычислить испускательную способность для разной длины волнъ, какъ это раньше было сдѣлано для горѣлки Ауэра. А именно, для этого достаточно начертить кривую распредѣленія энергіи чернаго тѣла при абсолютной температурѣ въ 1350°, и изъ сравненія этой кривой съ кривою окиси церія уже можно найти испускатель-

ную способность церія. Подобное изученіе приводитъ къ выводу, что испускательная способность церія велика во всѣхъ областяхъ спектра, но что только въ видимой области и въ инфра-красной ея величина близка къ 1. Поэтому поглощательная ея способность гораздо больше въ области очень короткихъ и очень длинныхъ волнъ, чѣмъ въ промежуточной области, между $\lambda = 1\,\mu$ и $\lambda = 8\,\mu$.

Отсюда вытекаетъ, что прибавленіемъ окиси церія къ окиси торія можно поднять испускательную способность въ видимой части спектра, не вліяя замѣтнымъ образомъ на эту способность въ промежуткѣ отъ $\lambda = 1\,\mu$ до $\lambda = 8\,\mu$. Кромѣ того становится очевиднымъ, что значительное прибавленіе окиси церія должно уже вредить, потому что вмѣстѣ съ этимъ увеличивается испускательная способность въ области очень длинныхъ волнъ, а температура накаливанія уменьшается. Практика показала, что наиболѣе благопріятный результатъ получается, когда окись церія составляетъ примѣрно 1%.

Окись церія въ колпачкѣ Ауэра играетъ такимъ образомъ роль аналогичную съ сенсибилизаторомъ въ фотографической пластинкѣ; она производитъ въ желаемой области спектра полосу поглощенія, не вліяя на другія части спектра. Конечно, она исполняетъ эту роль не совершенно. Но если-бы удалось примѣнить въ качествѣ красящаго вещества другое, которое совершенно почернило-бы колпачекъ съ окисью торія на протяженіи всего видимаго спектра, то свѣтовой эффектъ горѣлки Ауэра можно было-бы увеличить въ три раза.

Магнитизмъ вулканическихъ породъ.

Б. Брюна.[1]

1. Когда измѣряютъ магнитныя постоянныя, то иногда встрѣчаютъ отдѣльныя точки, въ которыхъ вѣсы не слушаются.

[1]) Лекція, прочитанная проф. B. Bruhnes'омъ, директоромъ Обсерваторіи du Puy de Dôme, 21 апрѣля 1906, во Французскомъ Физическомъ Обществѣ и изложенная для Физическаго Обозрѣнія E. Rothé.

Эти точки совпадаютъ съ мѣстонахожденіемъ вулканическихъ породъ, которыя были поражены молніей. Нанося силовыя линіи вблизи этихъ мѣстъ, можно опредѣлить направленіе разряда. На основаніи кропотливо собранныхъ статистическихъ данныхъ можно установить, что въ большинствѣ случаевъ ударяло въ почву отрицательное электричество. Первые физики въ Римѣ назвали эти точки „punсti distinti". Съ тѣхъ поръ многіе ученые изучали распредѣленіе магнитизма, и число этихъ изолированныхъ точекъ со временемъ возросло. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, въ колодцахъ Оверня, есть нѣкоторое число наложенныхъ точекъ (points superposés).

2. Измѣреніе склоненія дѣлаются при помощи геодезической буссоли. Съ этою цѣлью визируется опредѣленная точка, напр. Пикъ де Санси на Юго-Западѣ, или Клермонскій соборъ на Востокѣ. При перемѣщеніи дѣлается необходимая поправка на параллаксъ. Для превращенія этого инструмента въ инструментъ для быстраго измѣренія горизонтальной составляющей земного магнитизма къ нему прилаживается маленькая подставка, которая позволяетъ приводить въ дѣйствіе отклоняющій магнитъ на магнитную стрѣлку. Буссоль употребляется какъ синусъ-буссоль. Отклоняющій магнитъ ставятъ на его подставку и весь снарядъ вращаютъ до тѣхъ поръ, пока подвижная магнитная стрѣлка не станетъ перпендикулярно къ неподвижному магниту. Этотъ магнитъ по конструкціи направленъ по линіи 0^0-180^0 раздѣленнаго круга, а потому магнитная стрѣлка вслѣдствіе вращенія буссоли оріентируется по линіи 90^0-270^0. Послѣ этого магнитъ снимаютъ, а магнитная стрѣлка подъ дѣйствіемъ одного земного магнитизма принимаетъ нѣкоторое новое положеніе. Высота подставки была подобрана такъ, что стрѣлка останавливалась вблизи 45^0.

Легко вычислить, что возмущающее магнитное поле $N-S$ въ одну сотую единицы Гаусса производитъ вблизи 45^0 отклоненіе въ 3^0; точно также возмущающее поле $E-W$ той-же силы даетъ измѣненіе склоненія на тѣ-же 3^0.

3. Настроивъ такимъ образомъ снарядъ, достигаютъ того, что возмущающее поле $N-S$ измѣряется съ такою-же точностью, какъ при помощи буссоли склоненія измѣряется возмущающее поле $E-W$.

Брюнъ и его сотрудникъ Давидъ установили, что горизонтальная составляющая въ Пюи де Домъ, на вершинѣ откосовъ больше къ *S* и меньше къ *N*, приблизительно 0,015 единицы Гаусса, сравнительно съ среднею величиною, т. е. что это отклоненіе на 7,5 процентовъ больше или меньше средней нормальной величины. Средняя величина взята не на вершинѣ откоса, которая занята башнею съ желѣзными конструктивными частями и съ сѣтью громоотвода. Подъ дѣйствіемъ сильныхъ токовъ, циркулировавшихъ въ этой сѣти во время ударовъ молніи, вершина намагнитилась очень неправильно. Поэтому еще на разстояніи 30 метровъ вокругъ башни нѣтъ возможности сдѣлать вполнѣ хорошее и постоянное измѣреніе.

Но за указаннымъ предѣломъ мѣстные полюсы, заключенные въ кругъ этого радіуса, уже не обнаруживаютъ внѣшняго дѣйствія, и на пространствѣ отъ 100 до 150 метровъ обнаруживается центростремительный векторъ, коего напряженіе пропорціонально разстоянію отъ центра. Такимъ образомъ на вершинѣ горы существуетъ южный полюсъ, обусловленный совокупнымъ дѣйствіемъ.

4. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ Фольгеретеръ доискивался, чѣмъ обусловливается намагниченіе горныхъ породъ и чему слѣдуетъ приписать мѣстныя магнитныя пертурбаціи, часто наблюдаемыя въ природѣ. Онъ пришелъ къ заключенію, что различныя породы можно раздѣлить въ этомъ отношеніи на двѣ категоріи: на породы обожженныя и на породы необожженныя. Существуютъ: 1° пемзы изъ вулканическихъ агломерированныхъ пепловъ, у которыхъ нѣтъ остаточнаго намагничиванія; 2° базальты, у которыхъ остаточное намагничиваніе уже замѣтно. Брюнъ и Давидъ подтвердили этотъ выводъ. Нѣкоторыя породы пріобрѣтаютъ магнитныя свойства, которыя потомъ не удается измѣнить даже въ сильныхъ поляхъ. Тѣстообразные растворы желѣзныхъ солей при отвердѣваніи пріобрѣли постоянныя магнитныя свойства.

Если взять желѣзистую глину, которая обжигается, и которую употребляютъ для закаливанія кирпичей, то этимъ кирпичамъ можно дать постоянныя магнитныя свойства. Обжиганіе, повидимому, вызываетъ такую химическую реакцію, которая измѣняетъ желѣзныя соли данной породы, превращая немагнитныя желѣзныя соли въ соли магнитныя. Фольгеретеръ первый

пришелъ къ этого рода изслѣдованiямъ раньше изученiя магнитныхъ свойствъ старинной глиняной посуды. Онъ посвятилъ много мемуаровъ изученiю направленiя, напряженiя и происхожденiя остаточнаго магнитизма въ магнитныхъ породахъ Лацiума. Фольгеретеръ, впрочемъ, самъ указываетъ, что первыя мысли о томъ, что намагниченiе лавы Везувiя обусловлено индуктивнымъ дѣйствiемъ земного поля во время охлажденiя, были высказаны Меллони. Фольгеретеръ подробно изучилъ кирпичъ и констатировалъ замѣчательный фактъ, что обожженная глина обладаетъ такъ сказать абсолютною задерживательною силою. Глина разъ обожженная въ магнитномъ полѣ въ нѣсколько десятыхъ единицы Гаусса, испытываетъ замѣтное измѣненiе своего остаточнаго магнитизма лишь при новомъ нагрѣванiи до нѣсколькихъ сотъ градусовъ и при новомъ дѣйствiи на нее очень сильнаго магнитнаго поля. Если ни одно изъ этихъ условiй не исполнено, то она сохраняетъ неопредѣленно долго наведенное во время обжиганiя намагниченiе, причемъ его направленiе совпадаетъ съ направленiемъ магнитнаго поля въ моментъ обжиганiя.

Подтверждая эти факты, Брюнъ въ свою очередь приводитъ нѣсколько историческихъ доказательствъ. Въ Римской Кампанiи, въ Тосканѣ, можно найти очень много колодцевъ, наполненныхъ остатками этруской посуды и кирпичей. Эти кусочки намагничены весьма разнообразно. Но всѣ они сохранили свое первоначальное намагниченiе, ибо стоитъ только возстановить изъ кусочковъ сосуды или стѣны, коихъ остатками они являются, и намагниченiе становится одинаковымъ для всѣхъ этихъ кусковъ. Слѣдовательно, обожженная глина приняла опредѣленное направленiе намагниченiя и съ тѣхъ поръ не измѣнила его. Возстановленiе этрускихъ вазъ съ вертикальными орнаментами не оставляетъ по этому поводу ни малѣйшаго сомнѣнiя. Кромѣ того, такъ какъ эти вазы были обожжены въ вертикальномъ положенiи, можно было опредѣлить величину магнитнаго наклоненiя, и Фольгеретеръ могъ такимъ образомъ прослѣдить за измѣненiемъ магнитнаго наклоненiя съ VII вѣка до Р. Х. до временъ Римской имперiи. На основанiи этихъ тонкихъ изслѣдованiй нужно допустить, что когда-то, раньше нашей эры, наклоненiе было отрицательно на югѣ Италiи. Нѣкоторые физики возражали и утверждали, что подобныя

наблюденія не давали достаточной гарантіи, ибо вазы одного и того-же происхожденія обнаруживали весьма различныя намагниченія. Наклоненіе, весьма значительное въ одной вазѣ, было совершенно ничтожно въ другой. Это возраженіе, конечно, имѣетъ свое значеніе, но не нужно забывать, что мы не имѣемъ передъ собою старинной печи съ помѣщенными въ ней сосудами, а потому нельзя получить совершенно достовѣрнаго указанія о магнитномъ наклоненіи. Въ нашихъ познаніяхъ о земномъ магнитизмѣ существуетъ пробѣлъ отъ V до I вѣка и заполнить его не легко.

5. Изученіе натуральныхъ породъ должно дать болѣе полные и болѣе надежные результаты, ибо если горныя породы и могли претерпѣть скольженія слоевъ, то все-же ясно, что онѣ не перевернулись верхомъ внизъ или насборотъ. Вотъ почему Брюнъ задался цѣлью изучить въ магнитномъ отношеніи систематически горные массивы Оверня и для начала, руководясь работами Фольгеретера, онъ занялся натуральными метаморфическими кирпичами. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Оверня существуютъ потоки лавы, которые текли по міоценовой или пліоценовой глинѣ, и превратили глину въ кирпичъ. Красная глина, вырытая на 1 метръ глубже, имѣетъ уже желтый цвѣтъ съ грязновато-сѣрымъ оттѣнкомъ.

Во время экскурсіи 1901 г. съ извѣстнымъ геологомъ Гланжо, Брюнъ и Давидъ нашли горизонтальный слой метаморфической глины подъ потокомъ базальтовой лавы. Сдѣлавши раскопку около деревни Буасежуръ, они замѣтили, что слой базальтовой лавы былъ наложенъ на кирпичъ, и что начиная отъ базальта можно было перейти незамѣтно отъ обожженной красной глины до сырой, мягкой, бѣлой.

Кирпичъ здѣсь залегаетъ слоемъ до 80 cm. подъ лавою, но онъ оказался съ различными включеніями и не удобнымъ для обработки. Изъ него можно было выдѣлить лишь кусочки и на нихъ убѣдиться, что они дѣйствительно обладали характеромъ постоянныхъ магнитовъ. Эти предварительныя изслѣдованія производились ночью, съ 12 часовъ ночи до 5 ч. утра, когда въ Клермонѣ не работалъ электрическій трамвай. Впослѣдствіи измѣрительные приборы были установлены на вершинѣ горы Пюи де Домъ, куда дѣйствіе токовъ трамвая не распространялось.

Для изученія намагниченія горныхъ породъ Брюнъ и Давидъ пользуются деклинометромъ Маскара. Изслѣдуемый камень они располагаютъ вблизи инструмента, помѣщая его въ оба положенія Гаусса и наблюдая, что одно отклоненіе вдвое больше другого. Опредѣленіе напряженности намагничиванія дѣлалось по сравненію отклоненія отъ даннаго камня и отъ извѣстнаго магнита.

Приготовленіе подобныхъ камней очень сложно и затруднительно. Ихъ вырѣзываютъ по опредѣленнымъ правиламъ изъ массива, на которомъ сначала высѣкаютъ горизонтальную плоскость, а затѣмъ на нее ставятъ компасъ и высѣкаютъ стрѣлку по направленію теперешняго магнитнаго меридіана съ указаніемъ сѣвернаго конца. Послѣ этого тутъ-же по отвѣсу обрабатываютъ вертикальную плоскость, направленную перпендикулярно къ теперешнему магнитному меридіану. Только послѣ этого кусокъ отдѣляютъ отъ массива и обрабатываютъ его въ форму куба, не трогая первыхъ двухъ плоскостей, приготовленныхъ на мѣстѣ.

Брюнъ и Давидъ остановились на этой формѣ потому, что для наклоненія и склоненія нужно имѣть три составляющія намагниченія, а на трехъ различныхъ образцахъ сдѣлать это невозможно. Уже въ очень близкихъ точкахъ намагниченіе можетъ измѣниться весьма значительно, такъ какъ въ кирпичѣ наблюденіе достаточно перенести на нѣсколько сантиметровъ въ глубину, чтобы напряженіе намагниченія измѣнилось въ пять разъ, а направленіе его нисколько не измѣнилось. Изслѣдованія коснулись образцовъ изъ трехъ каменоломенъ. Какъ численный примѣръ можно привести данныя вблизи Бомонъ, въ которомъ HB означаютъ верхъ и низъ даннаго образца.

$$NS + 10{,}5 - 13{,}0$$
$$EW - 5{,}5 - 5{,}5$$
$$HB - 14{,}5 - 21{,}5$$

Недостатки однородности могутъ давать еще большія разницы.

6. Общій результатъ подобныхъ измѣреній тотъ, что намагничиваніе кирпича и верхней лавы имѣютъ тоже направленіе. Склоненіе въ Бомонъ измѣняется въ среднемъ отъ 7° до

13^0 къ востоку отъ теперешняго меридіана, а наклоненіе отъ 56^0 до 60^0.

Въ Ройа нужно сдѣлать контрольныя наблюденія, такъ какъ обожженная глина въ верхнемъ своемъ основаніи въ нижнемъ лежитъ на совершенно другомъ слоѣ базальта, направленіе котораго весьма отлично. Склоненіе отличается отъ теперешняго только на 1^0, но наклоненіе отличается на $59^0\,40'$. Изъ этого нужно вывести заключеніе, что первый потокъ произошелъ не одновременно съ другимъ, а этотъ послѣдній, верхній, одновременenъ съ обжогомъ глины.

Новая раскопка метаморфической глины, изслѣдованной недавно, подтвердила основной результатъ. Инженеръ Винэй нашелъ каменоломню около Понфарена, на высотѣ 1020 метровъ, которая представляетъ собою почти горизонтальное плато, покрытое базальтомъ. Добытая здѣсь обожженная глина дала неожиданный результатъ. Верхнее основаніе кубовъ изъ глины или базальта дѣйствуетъ какъ сѣверный полюсъ; точно также южная сторона кубовъ дѣйствуетъ какъ сѣверный полюсъ. Если направленіе намагниченія даетъ точно направленіе земного поля въ моментъ потока лавы, то можно сказать, что въ ту эпоху сѣверный полюсъ былъ направленъ внизъ, т. е. обратно тому, что мы наблюдаемъ теперь.

Возражать очень трудно, ибо слои базальта и кирпичей не скользили. Несомнѣнно, что они не перевернулись верхомъ внизъ или наоборотъ, ибо въ такомъ случаѣ слой кирпича былъ бы надъ базальтомъ. Въ этомъ состоитъ преимущество натуральныхъ кирпичей, найденныхъ на мѣстѣ, сравнительно съ привезенными камнями, гдѣ всегда возможны сомнѣнія и ошибки.

7. Сотрудникъ Брюна, Давидъ, констатировалъ, когда раскопки Рюприха Роберта и Одоллана открыли на склонѣ горы галло-романскую стѣну, что всѣ ея камни были намагничены весьма различно, безъ всякой правильности. Онъ изучилъ также подробно большія прямоугольныя плиты, которыми вымощенъ былъ древній храмъ *Mercurius Dumias*. Давидъ изучилъ направленіе ихъ намагниченія по методѣ раньше описаннаго куба. Онъ измѣрилъ деклинометромъ составляющія магнитнаго момента по тремъ прямоугольнымъ направленіямъ *NS*, *EW*, *HB*. и опредѣлилъ намагниченіе плиты на мѣстѣ. Оказалось, что

каждая плита намагничена равномѣрно. Два куба, взятые съ противоположныхъ концовъ, имѣли какъ разъ тоже самое направленіе. Если сравнить четыре плиты, намагниченіе измѣняется отъ одной къ другой. Склоненіе мѣняется не правильно, наклоненіе-же остается постояннымъ, за исключеніемъ одной плиты. Эта плита была рабочими перевернута во время переноски изъ каменоломни въ храмъ. Плиты были вырѣзаны въ одномъ массивѣ параллельно другъ другу, но одна изъ нихъ была перевернута во время переноски. Здѣсь магнитныя изслѣдованія приходятъ на помощь археологамъ, сомнѣвавшимся въ происхожденіи галло-римскихъ плитъ.

8. Заканчивая лекцію, Брюнъ указалъ на свой проектъ магнитныхъ разслѣдованій Пюи де Дома. Онъ разсчитываетъ подробно изучить всю гору, начиная съ 25—30 метровъ отъ вершины. Быть можетъ, эти изслѣдованія дадутъ возможность геологамъ догадаться относительно способа образованія горъ. Лакруа, на Мартиникѣ, констатировалъ образованіе стрѣлки, которая поднималась со скоростью 100 метровъ въ недѣлю, какъ бы выталкиваемая извнутри. Геологи думаютъ, что то-же могло случиться и съ горами Оверня. И дѣйствительно, кажется, что горныя породы, разсыпавшіяся вокругъ Пюи де Дома, имѣютъ весьма различныя намагниченія самой горы.

Въ заключеніе Брюнъ предостерегаетъ отъ увлеченія широкими обобщеніями, основанными пока на немногихъ достовѣрныхъ фактахъ.

Пасхальное засѣданіе Французскаго Физическаго Общества.

I. Выставка приборовъ на Пасхальномъ Собраніи Французскаго Физическаго Общества.

Э. Ротэ.

Въ нынѣшнемъ году выставка Физическаго Общества уступала предъидущимъ выставкамъ какъ по количеству экспонатовъ, такъ и по числу произведенныхъ демонстрацій. Благодаря большому количеству физико-медицинскихъ приборовъ и чисто физико-техническихъ, выставка имѣла скорѣе характеръ промышленный, чѣмъ научный. Я постараюсь, однако, отмѣтить наиболѣе интересное.

1. *Педагогическая выставка*, о которой я уже подробно сообщалъ въ прошломъ году, казалось, должна была-бы оказать свое вліяніе на производство дешевыхъ приборовъ, пригодныхъ для демонстраціи въ средней школѣ. Я ожидалъ, что по образцамъ выставленныхъ тогда моделей, сдѣланныхъ отъ руки многими преподавателями, будутъ изготовлены къ настоящему году настоящіе, удобные приборы. Но только Дюкрете пошелъ по этому пути, да и онъ выбралъ наиболѣе сложныя модели, выставленныя Шасаньи, Абрагамомъ и Лемуаномъ, организаторами педагогической выставки.

Приборъ Шасаньи предназначенъ для графическаго изображенія сложенія движеній, въ частности двухъ колебательныхъ взаимноперпендикулярныхъ; а приборъ Дюфура и Лемуана для

графической записи различныхъ физическихъ явленій, напр. загасанія колебаній маятника.

2. *Электричество.* Здѣсь обращали на себя вниманіе слѣдующіе приборы:

а. Катушка Румкорфа, построенная Карпантье по системѣ Клингельфуса въ Базелѣ, которая даетъ искру около 1 метра длины.

б. Статическая машина типа Тёплера, но съ большою скоростью вращенья и съ большою производительностью, построенная Франсуа изъ Сентъ-Уена. При кругахъ въ 55 cm. въ діаметрѣ она даетъ искры въ 25—27 cm., а производительность ея превосходитъ машину Вимшерста, такъ какъ она лучше изолирована и быстрѣе вращается. Эта машина очень интересно сконструирована: въ ней нѣтъ ни ремней, ни зацѣпленій, благодаря чему уходъ за нею крайне простъ. Объемъ ея также не великъ. Машина въ 13 дисковъ, 8 вращающихся и 5 неподвижныхъ индукторовъ, имѣетъ въ длину и ширину, вмѣстѣ съ моторомъ, по 82 cm. Машина въ 31 дискъ, 20 вращающихся и 11 неподвижныхъ индукторовъ, имѣетъ 120 cm. въ длину и 82 cm. въ ширину. Эти машины легко разбираются и чистятся и потому легко содержатся въ полномъ порядкѣ.

в. Друо также выставилъ сильную электростатическую машину типа Вимшерста для производства X-лучей, токовъ большой повторяемости и для цѣлей электротерапіи. Она сконструирована не такъ остроумно, какъ предыдущая, хотя и у нея одинъ безконечный ремень, защищенный отъ пыли. При машинѣ выставленъ рядъ всевозможныхъ трубокъ для производства X-лучей: трубки Мюллера, Вальтера, Дрисслера, Берлемона, Тюрнейсона и т. д. Всѣ онѣ даютъ возможность регулировать въ нихъ степень пустоты и работать съ ними долгое время.

Очень интересны также радіо-хромометрическія кассетки Бенуа, которыя позволяютъ быстро и точно опредѣлять время экспозиціи при радіографированіи съ данными X лучами.

г. Между измѣрительными приборами нужно отмѣтить регистрирующій гальванометръ и циклографъ Блонделя и Рагоно. Съ его помощью можно записывать колебанія перемѣннаго тока на фотографической лентѣ въ теченіе 2,5 минутъ.

д. Шовенъ и Арну также выставили регистрирующій гальванометръ, но съ малымъ сопротивленіемъ для термоэлектриче-

скихъ токовъ. Замѣнивъ пару Ле-Шателье изъ чистой платины и платины съ примѣсью родія парою желѣзо-константанъ, они дали новый и дешевый термоэлектропирометръ.

е. Прекрасную коллекцію приборовъ выставилъ Карпантье. Между ними наиболѣе интересными оказались очень удобный пермеаметръ и новый снарядъ для опредѣленія сопротивленія жидкости, замѣняющій извѣстный снарядъ Кольрауша.

ж. Заведеніе Гривола выставило рядъ изоляторовъ изъ дерева, обработаннаго особымъ способомъ, пока остающимся въ секретѣ. Эти изоляторы замѣняютъ фибру, фибринный каучукъ и т. д.

3. *Оптика.* Изъ оптическихъ снарядовъ слѣдуетъ отмѣтить усовершенствованный Пелленомъ микроскопъ Ле-Шателье для изслѣдованія стали и периметръ-фотометръ Поллака, при помощи котораго окулистъ можетъ изучать сѣтчатку глаза.

4. *Фотографія.* а. Мастерскою Кальмеля въ Парижѣ выставленъ рядъ плоскихъ и вогнутыхъ рѣшетокъ въ $^1/_{550}$ mm., приготовленныхъ по способу Торпа. Тутъ-же помѣщенъ усовершенствованный нормальный спектрографъ съ рѣшеткою. Кромѣ того Кальмель выставилъ рядъ рѣшетокъ для фотографическихъ работъ.

б. Гомонъ-Радиге-Массіо дали рядъ фотографическихъ и проекціонныхъ аппаратовъ, а также кинематографовъ.

в. Фирма Эрнеманнъ выставила аппараты фото-кино-діапозитивы для проекціи и кинематографы для любителей.

5. *Радій.* Производствомъ радія во Франціи теперь занятъ заводъ Арме де Лиль де Ножанъ, на Марнѣ. Активность добываемаго радія опредѣляется по способу Кюри его препараторомъ Данномъ. Такъ какъ чистыя соли радія очень рѣдки, то можно получать лишь радіоносныя соли: бромистыя, хлористыя, сѣрнистыя. Заводъ вырабатываетъ 1 gr. радія въ мѣсяцъ! Препараты радія задѣлываютъ въ стеклянныя трубки или въ плоскія коробочки, закрытыя слюдою, алюминіемъ или каучукомъ.

Для полученія эманацій рекомендуется бромистый радій, цѣною въ 2000 фр. за 5 миллиграмовъ! Для медицинскихъ цѣлей, въ особенности для введенія внутрь организма, сѣрнистый. Арне де Лилль выставилъ различные препараты радія и необходимые къ нимъ приборы.

Новый способъ рѣзать желѣзо. Французское Общество Oxhydrique изобрѣло новый способъ рѣзанія металлическихъ массъ въ формѣ желѣзныхъ стержней или стальныхъ пластинъ и бляхъ. Новый инструментъ рѣжетъ такъ-же чисто, какъ пила, но съ удивительною быстротою, хотя металлъ при этомъ не плавится, не твердѣетъ и не измѣняется. Этотъ аппаратъ имѣлъ огромный успѣхъ на прошлогодней выставкѣ въ Лютихѣ. Онъ состоитъ изъ трубки съ двумя отвѣтвленіями, которая подводится къ обрабатываемой поверхности очень близко, но не касается ея. Рабочій сначала проводитъ первою вѣткою, какъ обогрѣвателемъ, вдоль кривой предполагаемаго разрѣза, а затѣмъ черезъ вторую пускаетъ струю кислорода на только-что нагрѣтыя мѣста поверхности. Вслѣдствіе этого эти мѣста накаляются и желѣзо рѣжется какъ ножомъ.

Лекціи. Въ теченіе пасхальной недѣли были прочитаны лекціи, а именно проф. Рубенсъ изъ Шарлоттенбурга прочелъ о лучеиспусканіи лампы Ауэра, проф. Брюнъ изъ Гренобля--о магнитизмѣ вулканическихъ породъ и проф. Матиньонъ изъ Collège de France въ Парижѣ—объ электрической печи.

Лекція проф. Матиньона была посвящена свойствамъ и приложеніямъ электрической печи. Онъ сравнивалъ ихъ отдачу съ отдачею доменныхъ печей и высказалъ мысль, что недалеко то время, когда электрическая печь вытѣснитъ доменную. Электрическая печь позволитъ заниматься обработкою бѣдныхъ матеріаловъ, какъ напр. фосфорнокислыхъ. Матиньонъ того мнѣнія, что въ будущемъ французская промышленность перемѣстится въ Лотарингію.

Содержаніе лекцій Рубенса и Брюна изложено въ формѣ отдѣльныхъ статей въ этомъ же номерѣ Физическаго Обозрѣнія.

Новости по фотографіи.

1. *Фонарь „Осми“.* Новый фонарь для темной фотографической лабораторіи, изобрѣтенный Оскаромъ Мильманомъ и изготовленный на фабрикѣ Киндермана въ Берлинѣ, отличается чрезвычайною практичностью и широкою приспособляемостью

ко всякаго рода фотографическимъ работамъ въ темной комнатѣ. Достаточно сказать, что фонарь этотъ даетъ 11 освѣщеній различной окраски, которыя достигаются слѣдующимъ крайне простымъ образомъ.

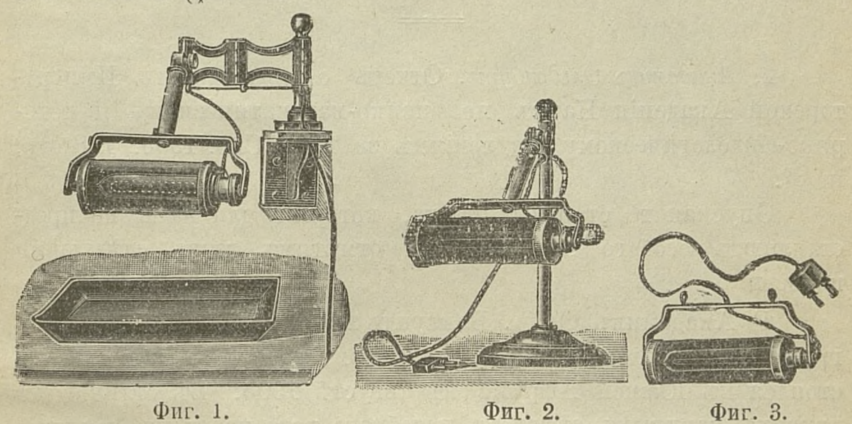
Въ фонарѣ „Осми" имѣется 4 стекла, подвѣшенныхъ на цѣпочкахъ, двигающихся на роликахъ, а именно: бѣлое матовое, рубиново-красное, темножелтое и зеленое. Каждое изъ этихъ стеколъ можно опустить передъ лампой, находящейся въ фонарѣ, и получить одно изъ четырехъ освѣщеній: бѣлое, красное, желтое и зеленое. Затѣмъ, опуская передъ лампой два стекла въ различныхъ сочетаніяхъ, можно получить, по желанію, освѣщеніе темнозеленое (стекла матовое и зеленое), темнокрасное (стекла матовое и красное), слабое красное (стекла зеленое и красное), темножелтое (стекла матовое и желтое), желто-зеленое и оранжевое. Наконецъ, поднявъ кверху всѣ стекла, получаютъ освѣщеніе комнаты полнымъ свѣтомъ ламповой горѣлки.

Перемѣна окраски освѣщенія производится не только быстро и легко, но точно и безошибочно, такъ какъ цвѣта четырехъ стеколъ обозначены на прозрачной доскѣ, находящейся съ правой стороны, и надъ каждымъ кружкомъ съ обозначеніемъ цвѣта находится крючекъ, на который надѣвается конецъ цѣпочки того стекла, которое поднято.

Преимущества описываемой лампы очевидны. Тогда какъ для обычныхъ работъ съ пластинками обыкновенной чувствительности необходимъ свѣтъ рубиново-красный, желто - зеленый или темнозеленый, при обработкѣ пластинокъ высокой чувствительности или цвѣточувствительныхъ нуженъ темнокрасный свѣтъ. При работахъ на бромосеребряной бумагѣ необходимо пользоваться бѣлымъ матовымъ свѣтомъ, желтымъ или зеленымъ. Такимъ образомъ у работающаго съ фонаремъ „Осми" всегда имѣется подъ руками освѣщеніе необходимой окраски. Особенно полезенъ фонарь „Осми" для тѣхъ лицъ, зрѣніе которыхъ не можетъ долго переносить краснаго свѣта темной комнаты.

Цѣна этого фонаря не высока: съ керосиновой лампой— 16 руб.; съ электрической—14 руб. Получить его можно въ складахъ І. Стеффена. С.-Петербургъ, Казанская, 13.

2. Электрическая горизонтальная лампа для темной комнаты. Фирма Леппинъ и Маше выработала слѣдующій простой, но удобный типъ электрической лампы для фотографическихъ работъ. Электрическая лампа, какъ показываютъ фигуры 1, 2, 3, заключена въ цилиндрѣ рубиноваго стекла, а послѣдній на своихъ концахъ закрытъ металлическою оправою. Для удовлетворенія разнообразнымъ потребностямъ фотографовъ эти лампы изготовляются въ формѣ стѣнныхъ (фиг. 1), столовыхъ (фиг. 2) и висячихъ (фиг. 3).



Фиг. 1. Фиг. 2. Фиг. 3.

Преимущество ихъ состоитъ въ томъ, что всѣ онѣ освѣщаютъ сверху и не даютъ лишнихъ тѣней. Механическое исполненіе ихъ тщательное и цѣна не высокая: стѣнная 30 марокъ; столовая 20 марокъ; висячая 9 марокъ.

3. Проявитель для діапозитивовъ. Больтонъ рекомендуетъ слѣдующій проявитель для діапозитивовъ:

Воды 1000 куб. см.; метола—15 граммовъ; сѣрнисто-кислаго натрія—150 гр.; бромистаго калія—5 гр.; углекислой соды—120 гр.

Растворъ хорошо сохраняется; передъ употребленіемъ слѣдуетъ прибавить къ нему отъ 1 до 3 объемовъ воды; воды прибавляется тѣмъ больше, чѣмъ экспозиція была дольше.

Фотографъ-Любитель, 1906, стр. 339.

4. Окрашиваніе діапозитивовъ. Особые растворы для окрашиванія діапозитивовъ приготовляются докторомъ Траубе. Они были испытаны въ лабораторіи Прокудина Горскаго, по сви-

дѣтельству котораго способъ Траубе оказался весьма простымъ, легко доступнымъ для каждаго, а тона раскрашенныхъ діапозитивовъ получились очень красивые.

Фотографъ-Любитель, 1906, стр. 343.

Хроника.

1. Академикъ Ольденбургъ. Отчетъ о дѣятельности Императорской Академіи Наукъ по физико-математическому и историко-филологическому отдѣленіямъ за 1905. Спб. 1905, 168 стр. in 8°.

Опуская тѣ стороны отчета, которыя для насъ не представляютъ особаго интереса, мы отмѣтимъ лишь слѣдующія новости:

1) Академикъ О. А. Баклундъ принималъ участіе въ конгрессѣ Британскаго Съѣзда для развитія наукъ, который состоялся въ Южной Африкѣ въ августѣ 1905. Въ отличіе отъ другихъ научныхъ съѣздовъ подобнаго рода на этомъ конгрессѣ мѣстопребываніе мѣнялось: съ 2 по 6 августа засѣданія были въ Капштадтѣ, а затѣмъ 3 дня въ Дурбанѣ, 2 дня въ Питермарицбургѣ, 1 день въ Преторіи, 4 дня въ Іоганнесбургѣ, 2 дня въ Блумфонтейнѣ, 3 дня въ Кимберлеѣ и 3 дня въ Булувайо.

Въ Капштадтѣ находится первая въ Южномъ полушаріи и вообще одна изъ лучшихъ астрономическихъ обсерваторій всего міра съ серомъ Давидомъ Хиллемъ во главѣ. Соединенными силами астрономовъ послѣдняго конгресса удалось достигнуть учрежденія двухъ новыхъ обсерваторій: одной въ Іоганнесбургѣ и одной въ Булувайо. (стр. 14—15).

2) Академикъ А. А. Бѣлопольскій предсѣдательствовалъ въ Русскомъ отдѣленіи Международнаго Союза по изслѣдованію солнца (стр. 20—22; 127—130), основанномъ 17 ноября 1904 г.

Въ теченіе 1905 г. было 3 засѣданія, посвященныхъ вопросамъ объ устройствѣ солнечной обсерваторіи въ Россіи и программѣ будущихъ изслѣдованій солнца. Выработанную про-

грамму рѣшено было представить на Международный съѣздъ делегатовъ въ Оксфордѣ черезъ русскаго делегата А. А. Бѣлопольскаго. Этотъ съѣздъ происходилъ съ 27 по 29 октября 1905 г. въ зданіи New College подъ предсѣдательствомъ Жансена, Кристи и Турнера. На немъ выработаны слѣдующія резолюціи: 1) резолюція для новаго опредѣленія длинъ волнъ эѳира по спектральнымъ линіямъ; 2) резолюція для изслѣдованія солнечной радіаціи; 3) резолюція по коопераціи въ солнечныхъ изслѣдованіяхъ вообще. Кромѣ того, предложена программа солнечныхъ наблюденій и прочитана русская программа.

Слѣдующій съѣздъ будетъ въ Медонѣ, въ сентябрѣ 1907 г. Членами Русскаго Отдѣленія состоятъ около 50 лицъ; между ними преобладаютъ профессора астрономіи, физики и физической географіи.

3. Академикъ кн. Б. Б. Голицынъ пріобрѣлъ для физическаго кабинета Академіи очень дорогой ступеньчатый спектроскопъ съ 33 ступенями, работы Adam Hilger'а въ Лондонѣ, и произвелъ съ нимъ рядъ изслѣдованій.

4. Преміи были выданы: 1) астроному Хиллю за его выдающіеся труды въ области небесной механики; 2) проф. Э. Е. Лейсту за его сочиненіе „О географическомъ распредѣленіи нормальнаго и анормальнаго геомагнитизма. Москва, 1899 г.“; 3) проф. Н. А. Булгакову за рядъ его работъ по математической теоріи электричества и магнитизма. 4) Сочиненіе Б. Н. Меншуткина „Ломоносовъ, какъ физико-химикъ, Спб. 1904 г.“ заслужило большой похвалы особой комиссіи и не удостоено преміи лишь по формальнымъ причинамъ.

5) Предварительный отчетъ объ экспедиціи для наблюденія солнечнаго затменія 29 (30) августа 1905. (стр. 136—138). Экспедиція состояла изъ четырехъ лицъ подъ начальствомъ астрофизика Н. Н. Донича. Она разбилась на двѣ группы: одна работала въ испанскомъ городѣ Алкала де Шисверъ, другая въ Ассуанѣ, въ Египтѣ. Въ Алкалѣ солнечная корона только въ теченіе первыхъ 40 секундъ не была покрыта облаками, но всетаки ее сфотографировали 3 раза; въ Ассуанѣ сняли 4 снимка. Н. Н. Доничу удалось наблюдать „зеленое корональное кольцо“ и получить три спектральныхъ снимка, изъ нихъ два спектографомъ съ объективной призмой и одинъ спектрографомъ со щелью большой дисперсіи.

Полученный матеріалъ теперь изучается и разрабатывается.

2. Юбилей Франклина. 200 лѣтній юбилей Франклина былъ отпразднованъ съ 17 по 20 апрѣля текущаго года въ Филадельфіи.

Юбилей былъ открытъ Эдгаромъ Ф. Смитомъ. Были произнесены рѣчи: Г. Дарвиномъ объ устойчивости жидкихъ спутниковъ; Гуго де Врисомъ о понятіи о видѣ въ агрикультурѣ; Э. Л. Майкельсомъ объ электрическихъ изслѣдованіяхъ Франклина; Э. Рутерфордомъ о новыхъ теоріяхъ электричества въ связи съ теоріей Франклина.

Государственный секретарь Э. Рутъ передалъ Франціи медаль Франклина.

Revue Scientifique rose, p. 441, 1906.

3. Каникулярные курсы при Университетѣ Св. Владиміра. Эти курсы организованы для преподавателей физики Кіевскаго Учебнаго Округа; они продлятся съ 2 по 6 Января 1907 года. Программа занятій предположена слѣдующая: *Проф. П. В. Воронецъ.* „Примѣненіе идеи о геометрической производной къ кинематикѣ". *Проф. Г. Г. Де-Метцъ.* „О постановкѣ практическихъ занятій по физикѣ въ среднихъ учебныхъ заведеніяхъ" и „О перемѣнномъ токѣ". *Проф. І. І. Косоноговъ.* „Микроскопія и ультрамикроскопія" и „Объ электронахъ". *Проф. Г. К. Сусловъ.* „Законъ центра инерціи" и „Законъ моментовъ". Кромѣ того, предполагаются осмотры лабораторій Университета и Политехническаго Института и посѣщеніе I, II, III гимназій и Коллегіи П. Галагана.

Конецъ 7 тома.